



TITLE:

# 尿路留置用ネラトンカテーテルのシリコーン加工について

AUTHOR(S):

稲田, 務; 酒徳, 治三郎; 松尾, 光雄

---

CITATION:

稲田, 務 ...[et al]. 尿路留置用ネラトンカテーテルのシリコーン加工について. 泌尿器科紀要 1967, 13(3): 255-261

ISSUE DATE:

1967-03

URL:

<http://hdl.handle.net/2433/113109>

RIGHT:

# 尿路留置用ネラトンカテーテルの シリコーン加工について

京都大学医学部泌尿器科学教室（主任：稲田 務教授）

稲 田 務

酒 徳 治 三 郎

松 尾 光 雄

## SILICONIZATION OF THE INDWELLING CATHETER

Tsutomu INADA, Jisaburo SAKATOKU and Mitsuo MATSUO

*From the Department of Urology, Faculty of Medicine, Kyoto University*

*(Director : Prof. T. Inada)*

The indwelling catheter was siliconized with "Siliconizer" and employed for nephrostomy, ureterostomy and cystostomy. In 16 out of 20 cases in which the siliconized catheter was used, less deposition of salt was noted on the inside wall of the catheter than that of non-siliconized catheter, and the usage of one catheter was able to extend as long as twice of duration.

### I 緒 言

シリコーン silicone とは有機硅素重合体の総称であって、その構造は  $-Si-O-Si-$  を骨格とし、これに有機基のついた重合体である。シリコーン重合体には各種の性状を有する化合物があって、油、グリース、ゴム、樹脂などがあげられ、臨床医学にも広く使用されるようになった。

シリコーンの特徴としては、耐熱性、耐薬品性、耐水性に富み、かつ組織に対する刺激が少ないことなどである。このような性状が注目されて、尿路に対してもシリコーン材を使用する報告がみられるようになった。Nicola はシリコーンゴムを尿道欠損部に使用して良好な結果を得たと述べている。また Blum らは実験的に urethral prosthesis および urethral valve としてシリコーンゴムを使用し、さらに Friedman らはシリコーンゴム膜を代用膀胱として検討を加えているが、いずれもなお、永久的な使用にたえない段階である。著者の一人松尾はさきに膀胱内異物結石形成実験を行なった結

果、シリコーン加工ゴムを核としたものでは最も結石が出来にくかった。ここで泌尿器科臨床に常用されている留置カテーテルの塩類沈着防止、ひいてはカテーテル交換回数の減少を期待して、シリコーン化をこころみたところ、非シリコーン化カテーテルと比較して極めて良好な成績を収めたのでここに報告する。

### II 基礎的実験

#### 1. 実験材料および実験方法

まず基礎的に体外実験を行なった。12号ネラトンゴムカテーテルを約 4cm の長さに切断し、さらにこれを長軸の方向に中央で切開して、内腔が露出される頰状にして使用した。このゴム片を3群に分けて次のような処理を行なった。

対照群としてはゴム片の表面をベンジン、アルコールにて清拭した後に乾燥させたものを用いた。実験群としては対照群と同一の処置を施した後、Siliconizer（富士高分子工業KK製）の5%および10%キシレン溶液内に浸した後（以下これらを5%群および10%群と呼ぶ）、60°C 孵卵器内にて乾燥し、再度同様の処置を行なった。

次いで対照群およびシリコーン加工の5%群ならびに10%群をビーカー内に入れ、水道流水中に放置した。実験開始後7日、14日、20日目に、その表面における撥水性を指標としてシリコーン被膜の保存状態について観察した。

## 2. 実験成績

対照群では当初より表面の撥水性は認められず、瀰漫性に湿潤していたが、5%群、10%群では7日、14日後にいたるまで著明な撥水性をみとめ、表面には移動性に富む球形水滴が形成された。しかしながら20日後においては、5%群では全く撥水性は消失し、10%においても著明な減退がみられた(図1)

以上の成績より、10% Siliconizer を使用することで、激しい流水中でも約14日間は被膜が保たれることを知った。

## III 臨床的応用

### 1. 実験材料および実験方法

各種の尿瘻術を施行した患者に応用して、塩類沈着状態を中心に観察した。

常用しているゴム製ネラトンカテーテルに、基礎的実験で述べたと同様に10% Siliconizer を使用して2回シリコーン化したものを使用し、対照には非シリコーン化のゴム製カテーテルを使用した。

対象症例としては、京都大学泌尿器科外来通院中および入院患者のうちで、留置カテーテルを使用している20例をえらんだ。その内訳は腎瘻術後10例、尿管皮膚瘻術後8例および膀胱瘻術後2例であった。これらの症例に対して、まず非シリコーン化対照カテーテルを14~30日間留置した後抜去し、直ちにシリコーン化カテーテルの同号のものを前回と同一期間留置した。これらのカテーテルの断面をつくって塩類の沈着状態を比較するとともに、塩類成分の分析、細菌培養を行った。最後にシリコーン加工カテーテルを最長60日間留置した状態を観察した。

## 2. 実験成績

自験20例の疾患名、手術名、感染菌種、沈着塩類の成分、シリコーン加工カテーテルの使用結果は表1に示した。ここで2、3の代表的症例について略述する。

症例1. 18才, ♀, 両腎・膀胱結核。

上記疾患のため、化学療法しながら左腎瘻を設置して経過観察中の例である。既にカテーテルを数回交換しているが、今回の実験ではまず腎瘻に9号の非シリ

コーン加工(以下Nと略記する)カテーテルを30日間留置し、次いでシリコーン加工(以下Sと略記する)カテーテルを同じく30日間留置した。両者の断面において塩類の沈着状態を比較したところ、Nカテーテル30日目には少量の塩類沈着を認めたが、Sカテーテル30日目ではほとんど沈着がみられなかった。次いでSカテーテルを50日および60日間留置した。Sカテーテル50日目では全く沈着をみとめず、Sカテーテル60日目では軽度の沈着がみられ、Nカテーテル30日目よりやや多い程度であった。

沈着塩の成分は、赤外線分光スペクトルによる分析の結果、磷酸マグネシウムアンモンであった。また尿の細菌培養では *Providencia* および *Staphylococcus aureus* が証明された。

本症例ではNカテーテルにても塩類沈着は軽度であったが、Sカテーテルはさらに沈着が少なく、60日以上留置が可能と考えられた(図2)

症例2. 59才, ♀, 子宮癌根治手術, 右腎切除術後, 左水腎症

左腎瘻術を施行した症例である。まず8号のNカテーテルを留置し、21日目にSカテーテルの同号のものと交換した。Sカテーテルも21日目に抜去して両者を比較した。Sカテーテルの内腔には多量の塩類沈着が証明され、ほとんど閉塞した状態であった。一方Nカテーテル21日目のものでは極く軽度に沈着がみられるのみで、両者間には明らかな差違を証明した。

ひき次いで留置したSカテーテル35日目では、21日目と同様に軽度の沈着に止まったが、同じくSカテーテル60日目では内腔はほとんど閉塞の状態を示した(図3) 従って本症例ではNカテーテルの2倍以上の期間の留置が可能であった。

沈着塩の赤外線分光分析では、症例1と同様に磷酸マグネシウムアンモンが証明され、細菌培養検査によって *Providencia*, *Pseudomonas* が同定された。

症例5. 52才, ♀, 膀胱癌。

癌腫の浸潤が進行していたため、両側尿管皮膚瘻術のみを施行したものである。

両側に8号のNカテーテルをまず留置して観察していたが、14日目には両側とも閉塞の状態となったので抜去した。断面をみると、内腔は大小不同の塩類で満されており閉塞していた。次いでSカテーテルを同一期間の14日間留置したところ、尿の通過性は良好であった。抜去後断面をみると、左右ともに軽度の塩類沈着をみるのみであった(図4) 患者の全身状態が不良になったため、以後の観察は不能であった。

赤外線分光分析によつて、塩類は磷酸マグネシウム

表1 シリコーン加工カテーテル使用症例

症例	疾患名	手術名	感染菌種	沈着塩類の成分	使用結果
1	両腎結核	左腎瘻術	Providencia Staphylococcus aureus	磷酸マグネシウムアンモン	良好 60日
2	子宮癌術後、右腎剔除術後左水腎症	〃	Providencia Pseudomonas	〃	良好
3	尿道外傷	膀胱瘻術	Cloaca	〃	〃
4	子宮癌手術後両水腎症	両尿管皮膚瘻術	不明	〃	不良
5	膀胱腫瘍	〃	Proteus	〃	良好
6	尿道癌術後両水腎	〃	Proteus Pseudomonas	磷酸カルシウム＋磷酸マグネシウムアンモン	〃
7	両腎結核	左腎瘻術	Pseudomonas Candida	〃	〃
8	両腎結核	〃	Providencia Staphylococcus aureus	磷酸マグネシウムアンモン	〃
9	子宮癌術後右水腎症	右腎瘻術	Pseudomonas	〃	〃
10	膀胱腫瘍	膀胱全剔除術 両尿管皮膚瘻術	Proteus	〃	不変
11	両腎結核	右腎瘻術	不明	〃	やや良好
12	子宮癌術後水腎症	両尿管皮膚瘻術	不明	〃	良好
13	膀胱腫瘍	膀胱全剔除術 両尿管皮膚瘻術	Proteus (mirab., vulg.) Enterococcus Staphylococcus epid.	〃	良好
14	前立腺癌	膀胱瘻術	Proteus mirabilis Staphylococcus epid.	〃 (初期尿酸)	〃
15	膀胱腫瘍	膀胱全剔除術 両尿管皮膚瘻術	Proteus Staphylococcus aureus	〃	〃
16	両腎結核	左腎瘻術	不明	〃	〃
17	子宮癌および左水腎症	〃	不明	〃	〃
18	両腎結核	〃	Pseudomonas Staphylococcus aureus	〃	やや良好
19	両腎結核	左腎瘻術	不明	〃	〃
20	子宮癌術後無尿	両尿管皮膚瘻術	不明	〃	不良

アンモンと判明した。また細菌学的検査で Proteus の感染が証明された。

症例6. 56才，♀，尿道癌術後両側水腎症

尿道癌剔除術後に局所性再発を来した，そのため両側水腎をひきおこしたので，両側尿管皮膚瘻術を行なったものである。

まず両側とも8号のNカテーテルを留置したところ，10日目に両側とも沈着塩類のために完全に閉塞した。ここでSカテーテルを使用した，10日目にも全く通過がよかったので14日目に抜去した。Sカテーテルでは14日目でも中等度の沈着をみるにすぎなかった。次いで同じくSカテーテルを21日間留置したところ，右側は塩類沈着が比較的著明であったが，左側のものは軽度で，まだ使用が可能な状態であった(図5)。

沈着塩類の成分は磷酸マグネシウムアンモンおよび

磷酸カルシウムであった。また細菌培養検査にて，右側よりは Proteus，左側からは Pseudomonas が証明された。

症例10. 62才，♀，膀胱癌。

膀胱全剔除術ならびに両側尿管皮膚瘻術を行なった。この症例にはNカテーテル，次いでSカテーテルを，左右共に30日間留置後観察したが，塩類の沈着状態にはほとんど相違がみられなかった。ひきつづいてSカテーテルを40日間留置したところ，右側は完全に閉塞したが，左側の沈着は軽度であった(図6)

塩類の成分は磷酸マグネシウムアンモン，感染菌としては Proteus が検出された。

なお本症例では経過中に右側尿管周囲炎を来したが，この原因がシリコーンの副作用とは断定し難い。

以上の20例についてSカテーテルを使用した成績は

表1の如くであった。すなわち塩類の沈着状態およびカテーテル使用可能期間についてみると、シリコーン加工の効果が全く見られなかったものが3例、ほとんど変化がなかったものが1例あったが、残りの16例ではすべて満足すべき良好な成績がえられ、非シリコーン加工のものより塩類の沈着が少なく、ほぼ2倍の期間にわたる留置が可能であった。

沈着塩の成分はすべて磷酸塩であって、全例に磷酸マグネシウムアンモンが証明された。さらにこの内の2例には磷酸カルシウムも混在しているのが証明された。

感染は細菌培養試験を行なった13例全例にみとめられた。菌種は表2の如くProteus 7例、Staphylococcus 6例、Pseudomonas 5例、Providencia 3例およびEnterococcus, Cloaca, Candidaの各1例であった。またProteus, Staphylococcusなどの尿素分解菌の感染が証明された例では、一般に塩類沈着の傾向が著明であった。

表2 感染菌の種類

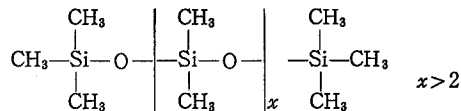
感染菌の種類	症例数
Proteus mirabilis vulgaris	7
Staphylococcus aureus epidermidis	6
Pseudomonas aeruginosa	5
Providencia	3
Enterococcus	1
Cloaca	1
Candida	1

合併症としては、尿管周囲膿瘍、尿管周囲炎各1例がみられたのみであった。

#### IV 考 按

有機硅素重合体としてはポリシラン重合体(-Si-Si-Si-Si-)、ポリシルアルキレン重合体(-Si-R-Si-R-)、シロキサン重合体(-Si-O-Si-O-)などがあげられる。

シリコーンの分子構造の骨格は、硅酸塩鉱物と同じく、上記のシロキサン結合より成っていて、硅素原子にさらにアルキル、アリルなどの有機基およびその誘導基が結合したもので次図のような構造を有する。



シリコーンの中には油、グリース、ゴム、樹脂などの性質をもつものに分類され、それぞれシリコーン油、シリコーングリース、シリコーンゴム、シリコーン樹脂などと呼ばれている。

シリコーン油として実用化の最も進んでいるものは、ジメチルシリコーン重合体から成る鎖状化合物である。その特性としては、i) 広い温度変化に対しても粘度変化が小さいこと、ii) 耐熱性、耐酸性が大であって、350~400°Cにて不安定となること、iii) 耐水性がよいこと、iv) 電気的性質が優秀であること、v) 圧縮率が大で、表面張力が小さいことなどが示されている。ベンゼン、トルエン、四塩化炭素、クロロホルム、エーテルにとけ、メタノール、エチレングリコール、パラフィン、植物油には溶けない。弗化水素酸を除く稀アルカリ、稀酸には浸されない。工業的には水圧器、変圧器用油、拡散ポンプ油、潤滑油などに使用されている。

シリコーングリースはシリコーン油を加熱加工するか、または金属石鹼を加えて加工したもので、温度によっても流動性の変化が少ない。高、低温用真空グリース、潤滑剤として用いられる。

シリコーンゴムはシリコーン油の構造で  $x > 200$  の鎖状化合物に、充填剤、加硫剤を加えて加熱処理をしたもので、熱安定性がよく300°Cまで分解することがない。従って高、低温用パッキング、電線被覆用などに用いられるが、機械的性質は天然ゴムに比べると良好とはいえない。

シリコーン樹脂は長鎖状分子から出来ている液状物を加熱処理して、鎖状分子間に三次元的な結合を起させて作る熱硬化性樹脂である。用途としては素地に加工する様式で用いられることが多く、例えばガラス織物に塗布して電気機器に用いたり、撥水性皮膜として窯業製品、金属などに加工する他用途は極めて広い。

臨床的にもシリコーン製品は優れた耐熱性、

耐薬品性、耐老化性、耐久性、耐水性、耐油性などの他非膠着性のために血液を凝固することが少ないので、各種の生体用医療品として使用されるようになって来た。各種チューブ、ゾンデ、カテーテル、ドレーンなどにシリコーン製品特にシリコーンゴムが用いられている。

泌尿器科領域において最も頻用されるカテーテルとしては、各種尿瘻設置術後に使われる留置カテーテルがあげられる。従来は普通のゴムカテーテルが利用されていたが、塩類の沈着が著明であることや耐久性に欠ける点で改善が望まれていた。1948年 Farris らが最初に合成高分子化合物を尿路留置カテーテルとして使用した。彼等は尿管皮膚瘻、腎瘻、膀胱瘻にポリビニール管を留置した所、塩類の沈着が非常に少なかったと述べている。

著者の一人松尾は、ラットにおける膀胱内異物結石形成実験を行なって、シリコーン加工ゴムでは非加工のものに比べて結石の形成が著明に抑制されたことを記載した。ここにおいて今回は通常使用されているネラトンゴムカテーテルにシリコーン加工を施して留置用に試用した。勿論シリコーンゴム製カテーテルも市販されるようになったが、入手の容易な普通のゴムカテーテルに Siliconizer で加工したものについて検討を加えた。

まず10% Siliconizer 加工カテーテルでは、流水中で撥水性をみた所、約14日間は覆膜は完全に保存されていることを知った。次いで留置カテーテルを必要とした20症例に応用した所、非シリコーン加工カテーテルに比べて留置期間を2倍に延長させることが可能であった。しかし小数例においては対照の普通ゴムカテーテルとの間に差がみられなかった。以上の成績より、尿路留置カテーテルとしてシリコーン加工を行なったものを推奨したい

尿路留置カテーテル設置例においては、尿路感染はまず避けられない厄介な合併症である。自験例の中で細菌培養検査を行なった13例全例に *Proteus*, *Staphylococcus*, *Pseudomonas* などの感染が証明された。一方、沈着塩類の成分は全例において磷酸マグネシウムアンモンが証明

され、一部には磷酸カルシウムをも混合するものがあった。特に尿素分解能を有する *Proteus*, *Staphylococcus* 感染例では塩類沈着が著明であった。Vermeulen らは膀胱内異物結石実験で、ブドウ糖尿によって形成抑制に働くこと述べ、松尾も同様の成績を取っている。従って尿量の増加によってカテーテル内の沈着塩量のある程度は減少させることが出来ると思われる。また感染の防止も有意義と考えられる。さらに尿を酸化化する薬剤の投与によっても、当然抑制出来ると推定出来るが、留置カテーテルを使用している症例は腎機能の低下しているものが多く、これらの薬剤にて酸血症を来す危険があり、かつ尿 pH の変動も少ないので、適当とはいえない。またわれわれ症例中には尿管周囲炎および尿管周囲膿瘍が各1例みられたが、これはシリコーン加工カテーテルの組織に対する直接刺激ではなく、カテーテル内腔閉塞のための感染および内圧の上昇によると考えられた。

シリコーン製品の泌尿器科領域におけるその他の利用法としては、Nicola らの代用尿道、Blum らの代用尿管、Kohlor らによる代用尿管弁、Friedman らによる代用膀胱などがあるが、なお臨床的に応用するには検討の余地が存在する。さらに Plentiss は義睪丸としてシリコーンゴムが最も優秀であると述べており、泌尿器科領域におけるシリコーンの利用は将来多くの可能性を持っていると考えられる。

## V 結 語

各種尿瘻に対して使用する留置カテーテルを Siliconizer によってシリコーン加工し、臨床例について検討を加えた。

20例の留置カテーテル例にシリコーン化したものを使用した所、16例において非シリコーン化ゴムカテーテルに比べて塩類の沈着が少なく、かつ使用期間を約2倍に延長することが出来、満足すべき成績を取めた。

## 文 献

- 1) Blum, J., Skemp, C. and Reiser, M. J. Urol., 90 : 276, 1963.

- 2) DeNicola, R. R. : J. Urol., **63** : 168, 1950.
- 3) Ferris, D. O. and Grindlay, J. H. : Proc. Staff Meet. Mayo Clinic, **23** : 385, 1948.
- 4) Friedmann, B., Smith, D. R. and Finkle, A.L. : Invest. Urol., **1** : 323, 1964.
- 5) Furrey, C. A., Jr. : J. Urol., **85** : 525, 1961.
- 6) Kohler, F. P. and Murphy, J. J. : J. Urol.,

84 : 293, 1960.

- 7) 松尾：泌尿紀要, **12** : 861, 1966.

- 8) 野桜：大有機化学, 6 版, 23, 112, 朝倉書店, 1963.

- 9) Plentiss, R. J., Boatwright, D. C., Pennington, R. D., Hohn, W. H. and Schwarz, M. H. : J. Urol., **90** : 208, 1963.

(1966年9月11日受付)

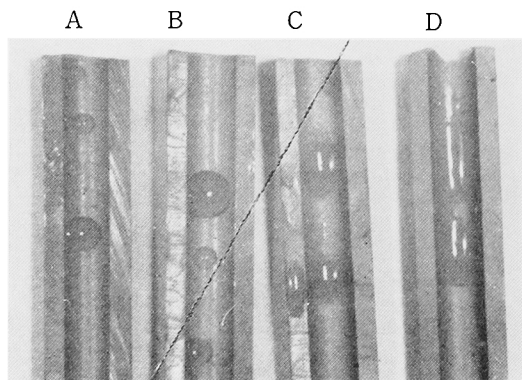


図1. シリコーン加工カテーテルの撥水性

- A : 10%群, シリコーン加工14日目.  
 B : 5%群, シリコーン加工14日目.  
 A, Bともに撥水性を認める.  
 C : 10%群, 20日目.  
 D : 5%群, 20日目.  
 C, Dともに撥水性を減じているが, Dではほとんど証明されない.

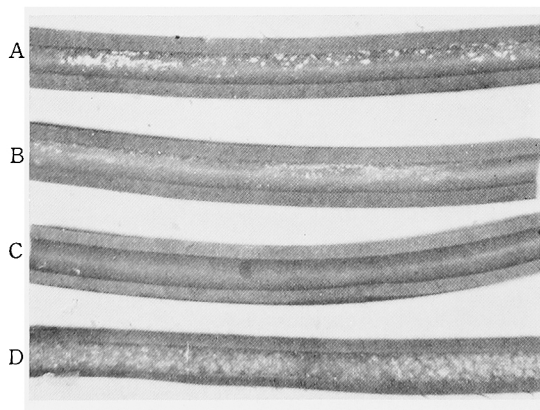


図2. 症例1

- A : 非シリコーン加工カテーテル30日目, 少量の塩類沈着がみられる.  
 B : シリコーン加工カテーテル30日目, 塩類沈着は明らかにAより少ない.  
 C : 同上50日目, 塩類沈着は全くない.  
 D : 同上60日目, 軽度の沈着がみられる.



図3. 症例2.

- A : 非シリコーン加工カテーテル21日目, 多量の塩類沈着がみられる.  
 B : シリコーン加工カテーテル21日目, 塩類沈着は少量である.  
 C : 同上カテーテル35日目, 軽度の塩類沈着に止まる.  
 D : 同上60日目, 多量の塩類沈着がみられるが, Aよりも結晶は小さい.



図4. 症例5.

- A : 非シリコーン加工カテーテル14日目, 左(上), 右(下)両側とも塩類のために内腔がほとんど閉塞している.  
 B : シリコーン加工カテーテル14日目, 軽度の沈着をみるにすぎない.

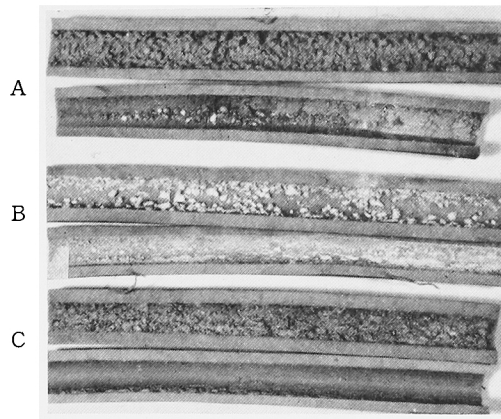


図5．症例6．

- A：非シリコーン加工カテーテル10日目，両側ともほとんど閉塞している。  
 B：シリコーン加工カテーテル14日目，両側とも塩類沈着は中等度である。  
 C シリコーン加工カテーテル21日目，  
 右側（上）は多の沈着がみられるが，  
 左側（下）は少量にすぎない。

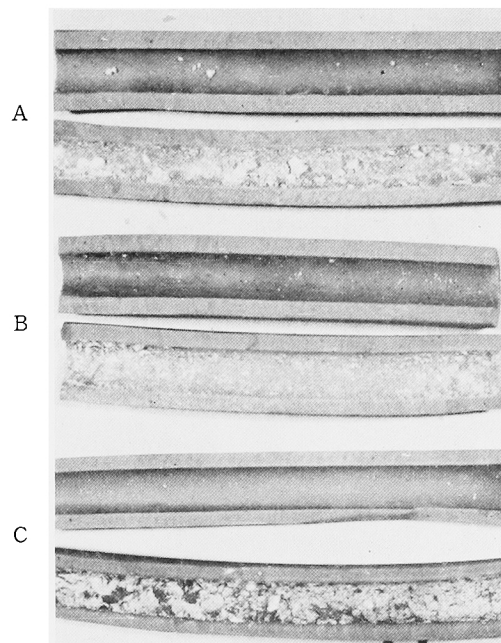


図6．症例10．

- A：非シリコーン加工カテーテル30日目。  
 B：シリコーン加工カテーテル30日目。  
 A，Bの間にはほとんど差はない  
 C シリコーン加工カテーテル40日目，  
 左側（上）は沈着がほとんどないが，  
 右側（下）は顕著で閉塞に近い状態である。